

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - FACE
Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - CCA
Bacharelado em Ciências Contábeis

**IMPACTO DOS GASTOS PÚBLICOS NA REDUÇÃO DAS TAXAS DE ACIDENTES
AERONÁUTICOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1996 A 2012**

Israel Gonçalves de Melo

Brasília, DF

2013

Professor Doutor Ivan Marques de Toledo Camargo
Reitor da Universidade de Brasília

Professor Doutor Mauro Luiz Rabelo
Decano de Ensino de Graduação

Professor Doutor Jaime Martins de Santana
Decano de Pesquisa e Pós-graduação

Professor Doutor Tomás de Aquino Guimarães
Diretor da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade

Professor Mestre Wagner Rodrigues dos Santos
Chefe do Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais

Professor Doutor César Augusto Tibúrcio Silva
Coordenador Geral do Programa Multi-institucional e Inter-regional de
Pós-graduação em Ciências Contábeis da UnB, UFPB e UFRN

Professora Mestre Rosane Maria Pio da Silva
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis - diurno

Professor Doutor Bruno Vinicius Ramos
Coordenador de Graduação do curso de Ciências Contábeis – noturno

Israel Gonçalves de Melo

**IMPACTO DOS GASTOS PÚBLICOS NA REDUÇÃO DAS TAXAS DE ACIDENTES
AERONÁUTICOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1996 A 2012**

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília como requisito à conclusão da disciplina Pesquisa em Ciências Contábeis e obtenção do grau de Bacharel em Ciências Contábeis.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Beatriz Fátima Morgan

Linha de pesquisa: Contab. para Tomada de Decisão

Área: Finanças/ Orçamento Público

Brasília, DF

2013

MELO, Israel Gonçalves de

IMPACTO DOS GASTOS PÚBLICOS NA REDUÇÃO DAS TAXAS
DE ACIDENTES AERONÁUTICOS NO BRASIL NO PERÍODO DE 1996 A
2012/ Israel Gonçalves de Melo – Brasília, 2013, 46 páginas.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Beatriz Fátima Morgan

Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia - Graduação) –
Universidade de Brasília, 2º semestre de 2013.

1. Gastos Públicos 2. Acidentes Aeronáuticos 3. Regressão linear

Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais da Faculdade de
Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de Brasília.

*A meus pais, José Gonçalves de Melo e Maria do Carmo do Nascimento Melo, e a minha
esposa, Maria Klécia Galvão de Melo.*

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Beatriz Fátima Morgan.

*"Uma pequena omissão pode levar a um grande desastre.
Por falta de um cravo, perdeu-se a ferradura;
por causa da ferradura, perdeu-se o cavalo;
por causa do cavalo, perdeu-se o cavaleiro;
dominado e assassinado pelo inimigo,
tudo por falta de um pouco de cuidado com um cravo de ferradura"*
(Anônimo)

RESUMO

Diante do cenário de aumento no número de acidentes, não obstante os investimentos do governo federal no sentido de evitá-los, a pesquisa estruturou-se para responder ao seguinte questionamento: os gastos do governo influenciam as taxas de acidentes aeronáuticos no Brasil? E qual o percentual da variação das taxas de acidentes aeronáuticos pode ser explicada pelos investimentos do governo? Foram testadas três hipóteses, num nível de confiança de 95%, sendo acolhidas suas versões nulas: (H_{A0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a Taxa de Acidentes Aeronáuticos Reportados (Correlação direta de 72,3%); (H_{B0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a Taxa de Acidentes Aeronáuticos Fatais (Correlação inversa de 64%); e (H_{C0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a Taxa de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave (Correlação inversa de 55%). Por meio de regressão linear, os modelos estatísticos apresentados permitiram concluir que os gastos do governo explicam 49% da variabilidade da Taxa de Acidentes Reportados; 37% da variabilidade da Taxa de Acidentes Fatais; e 25,5% da variabilidade da Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave.

Palavras-chave: Gastos Públicos. Acidentes Aeronáuticos. Regressão linear

ABSTRACT

In view of the increasing-number-of-accidents scenario in spite of the investments of the federal government aimed at prevention, this work has been structured to answer the following questions: do the government expenditures influence the aeronautical accidents' rate in Brazil? What percentage of the variability in the rate the aeronautical accidents can be explained by such investments? Three hypotheses were tested at a confidence level of 95%, with two null versions being admitted: (H_{AO}) there is a significant correlation between the expenditures made by the government with the purpose of preventing aeronautical accidents and the Rate of Reported Aeronautical Accidents (direct correlation of 72.3%); (H_{BO}) there is a significant correlation between the expenditures made by the government with the purpose of preventing aeronautical accidents and the Rate of Fatal Aeronautical Accidents (inverse correlation of 64%); and (H_{CO}) there is a significant correlation between the expenditures made by the government with the purpose of preventing aeronautical accidents and the Rate of Aeronautical Accidents involving Total Loss of the Aircraft (inverse correlation of 55%). By means of a linear regression, the statistical models presented allowed to conclude that the government expenditures explain 49% of the variability in the Rate of Reported Aeronautical Accidents; 37% of the variability in the Rate of Fatal Accidents; and 25.5% of the variability in the Rate of Accidents with Total Loss of the Aircraft.

Keywords: Public Expenditures. Aeronautical Accidents. Linear Regression

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gastos do governo com prevenção de acidentes aeronáuticos no país	29
Gráfico 2 – Frota de aeronaves registradas no Brasil.....	29
Gráfico 3 – Número de acidentes reportados, fatais e com perda total da aeronave.....	30
Gráfico 4 – Taxas de acidentes reportados, fatais e com perda total da aeronave	30
Gráfico 5 - Boxplot das Taxas de Acidentes Aeronáuticos Reportados (TAR), Fatais (TAF) e com Perda Total da Aeronave (TAPT).....	32
Gráfico 6 - Regressão da Taxa de Acidentes Reportados (TAR) sobre Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos	37
Gráfico 7 – Resíduos da Taxa de Acidentes Reportados (TAR).....	37
Gráfico 8 - Regressão da Taxa de Acidentes Fatais (TAF) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos	39
Gráfico 9 – Resíduos da Taxa de Acidentes Fatais (TAF).....	39
Gráfico 10 - Regressão da Taxa de Acidentes de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos.....	41
Gráfico 11 - Resíduos da Taxa de Acidentes de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT)	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estatísticas descritivas das variáveis Gastos do Governo (G), Taxa de Acidentes Reportados (TAR), Taxa de Acidentes Fatais (TAF) e Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave.....	31
Figura 2 - Correlação entre os Gastos do Governo com prevenção de acidentes aeronáuticos (G) e as Taxas de Acid. Reportados (TAR), Fatais (TAF) e com Perda Total da Aeronave ...	34
Figura 3 – Regressão da Taxa de Acidentes Reportados (TAR) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos	36
Figura 4 – Regressão da Taxa de Acidentes Fatais (TAF) sobre Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos	38
Figura 5 – Regressão da Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Gastos realizados com prevenção de acidentes aeronáuticos no Brasil	26
Tabela 2 - Frota de aeronaves registradas no Brasil.....	26
Tabela 3 - Número de acidentes aeronáuticos ocorridos no Brasil	27
Tabela 4 – Taxas anuais de acidentes aeronáuticos no Brasil	28
Tabela 5 – Taxas de acidentes aeronáuticos ajustadas	35

LISTA DE ABREVIATURAS

ATSB - *Australian Transport Safety Bureau*

CAA - *Civil Aviation Authority*

CENIPA - Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

IATA - *International Air Transport Association*

ICAO - *International Civil Aviation Organization*

NAF - Número de Acidentes Aeronáuticos com Vítimas Fatais

NAPT - Número de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave

NAR - Número de Acidentes Aeronáuticos Reportados

NTSB - *National Transport Safety Board*

Siafi – Sistema de Informações Financeiras do Governo Federal

SIPAER - Sistema de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos

TAF - Taxa de Acidentes Aeronáuticos Fatais

TAPT - Taxa de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave

TAR - Taxa de Acidentes Aeronáuticos Reportados

UG – Unidade Gestora

UGR – Unidade Gestora Responsável

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Considerações iniciais.....	14
1.2 Justificativa	15
1.3 Hipóteses de pesquisa	16
1.4 Objetivo da pesquisa	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Acidentes aeronáuticos: definição e medição	17
2.2 Estudos sobre as causas dos acidentes aeronáuticos.....	18
2.2.1 Modelos 3M e 5M	19
2.2.2 Modelo SHEL.....	20
2.2.3 Teoria de Reason	20
2.2.4 Modelo Human Factors Analysis and Classification System (HFACS).....	21
3 PROCEDER METODOLÓGICO	23
3.1 Caracterização da pesquisa	23
3.2 Universo e amostra	23
3.3 Instrumento de coleta de dados.....	24
4 RESULTADOS E ANÁLISES	29
4.1 Caracterização das variáveis	29
4.2 Correlação entre as variáveis	33
4.3 Modelos estatísticos.....	35
4.3.1 Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Reportados	36
4.3.2 Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Fatais	38
4.3.3 Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave	40
4.4 Análises.....	42
5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES.....	43
REFERÊNCIAS	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 Considerações iniciais

Em 29 de setembro de 2006, o Boeing 737-800 da empresa Gol Transportes Aéreos, prefixo PR-GTD, transportando 154 pessoas, desapareceu dos radares às 16h48min, enquanto cumpria o trecho de Manaus a Brasília do voo 1907. No dia seguinte, são encontrados os destroços da aeronave, em meio à floresta amazônica, na Serra do Cachimbo, no norte do estado do Mato Grosso. Não houve sobreviventes. A tragédia ultrapassou em número de mortos o acidente com o Voo VASP 168, no estado do Ceará, em 1982, que matou 137 pessoas.

No ano seguinte, em julho de 2007, acontece tragédia ainda maior com o Voo TAM 3054, em São Paulo, matando 199 pessoas. Em 1º de junho de 2009, foi a vez do Airbus A330 da Air France, voo AF-447, que ia do Rio de Janeiro a Paris, a protagonizar uma das maiores tragédias da história da aviação mundial, ao cair no Oceano Atlântico, matando as 228 pessoas a bordo, dos quais 58 eram brasileiros (57 passageiros e um tripulante).

Tragédias como essas trazem sempre à tona a questão da segurança do transporte aéreo no Brasil, iniciando interminável discussão quanto ao papel e responsabilidade do Estado na prevenção de acidentes aeronáuticos. A sensação que se tem é que voar está cada vez mais perigoso no país, que os investimentos em segurança são insuficientes ou que se aplica erradamente o dinheiro público em atividades que não promovem redução no número de acidentes.

Importante frisar, tragédias sempre fizeram parte da história da aviação, e têm crescido junto com ela. Santos (1989) observa que em 1909 o número de mortos em acidentes aeronáuticos era três; em 1910, vinte e nove; em 1911, cem pilotos perderam suas vidas em acidentes aéreos numa época em que a frota mundial era de apenas 1.550 aeronaves.

As estatísticas oficiais revelam um crescimento no número de acidentes aeronáuticos nos últimos anos. Segundo Brasil (2012):

(...) nos últimos dez anos, a aviação civil totalizou 918 acidentes, com perda de 303 aeronaves e de 984 vidas em 245 acidentes com fatalidades. O ano de 2011 registra um aumento significativo no número de acidentes na aviação civil brasileira, quando comparado aos anos anteriores. Ainda que apresentados em valores absolutos, tais números demandam a intensificação das atividades de prevenção.

Há que destacar que os números divulgados referem-se ao índice geral de acidentes aeronáuticos, um número que informa o total de acidentes que chegou ao conhecimento da

Autoridade Aeronáutica durante um determinado ano. Isso permite questionar se esse aumento no número de acidentes não seria resultado de uma melhoria nos processos de coleta de informações, ou mesmo de uma maior percepção da sociedade quanto à ocorrência de acidentes. Melhor seria utilizar como *proxy* do nível de segurança de voo as taxas de acidentes com *vítimas fatais* ou com *perda total da aeronave*, já que esses eventos dificilmente poderiam ser ocultados das autoridades competentes.

A divulgação de índices de fatalidades é um padrão seguido por organismos internacionais como a agência *Australian Transport Safety Bureau* (ATSB); a corporação pública independente *Civil Aviation Authority* (CAA) do Reino Unido; a agência independente *National Transport Safety Board* (NTSB) dos EUA; a organização mundial *Internacional Air Transport Association* (IATA).

A contagem e a classificação dos acidentes aeronáuticos ocorridos no Brasil é da competência do Centro de Investigação e Prevenção de Acidentes Aeronáuticos (CENIPA), organização militar autônoma, com função de assessoria direta ao Comandante da Aeronáutica, chefiada por um oficial general.

Para cumprir sua missão regulamentar de prevenir acidentes aéreos, o governo brasileiro reserva anualmente uma parcela do Orçamento Geral da União para investir em ações de prevenção de acidentes aeronáuticos. Para o exercício de 2013, essa parcela é de 7,5 milhões de reais, à disposição do Comando da Aeronáutica, representado pelo CENIPA.

Assim, diante de um cenário de aumento no número de acidentes e dos investimentos do governo federal no sentido de evitá-los, surge uma inquietação: *os gastos do governo influenciam as taxas de acidentes aeronáuticos no Brasil? E qual o percentual da variação das taxas de acidentes aeronáuticos pode ser explicada pelos investimentos do governo?*

1.2 Justificativa

O tema em questão justifica-se por razões de ordem teórica e prática. Teórica, porque traz à discussão, a questão da efetividade do gasto público, quando se propõe aferir os resultados da ação do governo no benefício da população, conforme ensina Torres (2004):

Efetividade é o mais complexo dos três conceitos, em que a preocupação central é *averiguar a real necessidade e oportunidade de determinadas ações estatais*, deixando claro que setores são beneficiados em detrimento de outros atores sociais. Essa averiguação da necessidade e oportunidade deve ser a mais democrática, transparente e responsável possível, buscando sintonizar e sensibilizar a população para a implementação das políticas públicas. Este conceito não se relaciona estritamente com a ideia de

eficiência, que tem uma conotação econômica muito forte, haja vista que nada mais impróprio para a administração pública do que fazer com eficiência o que simplesmente não precisa ser feito. (grifos do autor)

Razões de ordem prática a justificar o esforço de pesquisa repousam na possibilidade de os resultados aqui encontrados servirem de *feedback* ao gestor público quanto à efetividade de seus atos; ou, ainda, em se encontrando indícios de que os investimentos realizados em ações de prevenção impactam diretamente as taxas de acidentes aeronáuticos, será bastante temerário ao administrador público autorizar cortes nesse tipo de gasto.

Na seção seguinte, serão apresentadas as hipóteses de pesquisa para responder à questão norteadora deste trabalho.

1.3 Hipóteses de pesquisa

Assim, considerando que um aumento no orçamento do CENIPA pode significar mais condições para o órgão realizar suas atividades de prevenção, reduzindo, assim, os níveis de acidentes, nesta pesquisa serão testadas as seguintes hipóteses, num nível de confiança de 95%:

- H_{A0}: Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos Reportados (TAR)*;
- H_{B0}: Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos Fatais (TAF)*;
- H_{C0}: Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave (TAPT)*.

1.4 Objetivo da pesquisa

A pesquisa tem como objetivo verificar o grau de correlação entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir a ocorrência de acidentes aeronáuticos e as Taxas de Acidentes *Reportados*, *Fatais* e *com Perda Total da Aeronave*, além de determinar o percentual da variação dessas taxas que pode ser explicado pelos investimentos do governo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Acidentes aeronáuticos: definição e medição

Conforme Lima e Assunção (2000), o risco é inerente à atividade humana; o domínio do homem sobre a natureza se desenvolve na medida em que explora o desconhecido. Nesse contexto, os acidentes são inerentes ao progresso da humanidade. O trabalho da prevenção consiste em definir qual o risco aceitável para a atividade.

Para Brasil (2013), as ocorrências que envolvam aeronaves ou a infraestrutura aeronáutica são classificadas como acidente aeronáutico, incidente aeronáutico grave ou incidente aeronáutico. *Acidentes e incidentes* são disfunções do sistema, multicausais, que levam a danos, perdas e lesões. Não há definição para erro. Este é considerado como a ação que conduz à consequência danosa que se pretende evitar.

A Convenção sobre Aviação Civil Internacional (*Convention on International Civil Aviation*), conhecida como Convenção de Chicago, assinada em 7 de dezembro de 1944 na cidade de Chicago, Estados Unidos, criou a *International Civil Aviation Organization* (ICAO), agência especializada das Nações Unidas, para o progresso da aviação civil internacional, com sede em Montreal, Canadá, com 191 países-membros, entre eles o Brasil.

Consoante anexo 13 à referida Convenção, promulgada no Brasil pelo Decreto nº 21.713, de 27 de agosto de 1946, Brasil (2013) assim define acidente aeronáutico:

Toda ocorrência aeronáutica relacionada à operação de uma aeronave, no caso de uma aeronave tripulada, havida entre o momento em que uma pessoa nela embarca com a intenção de realizar um voo até o momento em que todas as pessoas tenham dela desembarcado ou, no caso de uma aeronave não tripulada, toda ocorrência havida entre o momento que a aeronave está pronta para se movimentar, com a intenção de voo, até a sua inércia total pelo término do voo, e seu sistema de propulsão tenha sido desligado e, durante os quais, pelo menos uma das situações abaixo ocorra:

a) uma pessoa sofra lesão grave ou venha a falecer como resultado de:

- estar na aeronave;
- ter contato direto com qualquer parte da aeronave, incluindo aquelas que dela tenham se desprendido; ou
- ser submetida à exposição direta do sopro de hélice, ao rotor ou escapamento de jato, ou às suas consequências.

NOTA 1 – Exceção será feita quando as lesões, ou óbito, resultarem de causas naturais, forem auto infligidas ou infligidas por terceiros, ou forem causadas a pessoas que embarcaram clandestinamente e se acomodaram em área que não as destinadas aos passageiros e tripulantes.

NOTA 2 - As lesões decorrentes de um Acidente Aeronáutico que resultem em óbito até 30 dias após a data da ocorrência são consideradas lesões fatais. a aeronave sofra dano ou falha estrutural que:

- afete adversamente a resistência estrutural, o seu desempenho ou as suas características de voo; e
- normalmente exija a realização de grande reparo ou a substituição do componente afetado.

NOTA 3 – Exceção será feita para falha ou danos limitados a um motor, suas carenagens ou acessórios; ou para danos limitados às hélices, às pontas de asa, às antenas, aos probes, aos pneus, aos freios, às rodas, às carenagens do trem, aos painéis, às portas do trem de pouso, aos para-brisas, aos amassamentos leves e pequenas perfurações no revestimento da aeronave, ou danos menores às pás do rotor principal e de cauda, ao trem de pouso e àqueles resultantes de colisão com granizo ou fauna (incluindo perfurações no radome).

a aeronave seja considerada desaparecida ou esteja em local inacessível.

NOTA 4 – Uma aeronave será considerada desaparecida quando as buscas oficiais forem suspensas e os destroços não forem encontrados.

NOTA 5 – Em voos de ensaio experimental de empresa certificada, não serão classificadas como acidente aeronáutico as ocorrências relacionadas diretamente ao objetivo do ensaio, ficando o estabelecimento desta relação a cargo do CENIPA, após análise preliminar do evento e da documentação técnica que suporte o referido ensaio.

Percebe-se, da definição supra, que existe um grau de subjetividade na identificação da ocorrência como acidente ou incidente. Isso pode interferir nas estatísticas e mascarar resultados.

Em sua tese de mestrado, Fajer (2009), ao comparar sistemas de investigação de acidentes aeronáuticos no Brasil e no mundo, aponta para uma falta de padronização internacional para a apresentação de indicadores de segurança das operações aéreas. Para ela, os indicadores de segurança “podem estar relacionados a horas voadas, tamanho da frota, número de decolagens, número de acidentes; se são graves, qual o número de mortos em acidentes, qual o tipo de acidente que mais ocorre.”

O *National Transportation Safety Board* (NTSB), por exemplo, apresenta suas estatísticas por tipo de aviação e por milhão de horas voadas (NTSB, 2013). A *European Aviation Safety Agency* (EASA) divulga estatísticas por 10 milhões de horas voadas, por tipo de equipamento, segregando asas fixas (aviões) de asas rotativas (helicópteros); por tipo de aviação e fatalidades (EASA, 2013). O CENIPA, por sua vez, apresenta suas estatísticas ponderadas pela frota de aeronaves registradas, por tipo de equipamento (avião ou helicóptero).

2.2 Estudos sobre as causas dos acidentes aeronáuticos

Habermann et al (2010), realizou regressão linear do número de acidentes aeronáuticos sobre o número de horas voadas no Brasil, no período de 1995 a 2007. Concluiu que essas

variáveis *não* são estatisticamente relacionadas, sugerindo que outros fatores, não estudados, determinam a ocorrência de acidentes.

Os estudos dos acidentes aeronáuticos apoiam-se em teorias que analisam separadamente os chamados fatores contribuintes dos acidentes, conduzindo o investigador a posicionar-se quanto à ocorrência de falha humana quando não houver indícios de problemas técnicos ou operacionais (ALMEIDA e JACKSON FILHO, 2007).

De acordo com Brasil (2012), os fatores contribuintes para os acidentes da aviação civil, no período de 2002 a 2011, foram: Julgamento (53,9%), Supervisão (46,3%), Planejamento (40,1 %), Aspecto Psicológico (33,9%), Aplicação de comandos (24,4%), Indisciplina de voo (21,9%), Manutenção (17,8%), Pouca experiência do piloto (15,5%), Instrução (15,1%), Outros Asp. Operacionais (14,7%), Condições Meteorológicas Adversas (13%), Coordenação de cabine (11,7%), Infraestrutura Aeroportuária (7,1%), Inf. Meio ambiente (6,8%), Projeto (5,6%), Esquecimento (5,2%), Aspecto Médico (4,3%), Pessoal de Apoio (3,8%), Outros (2%), Fabricação (1,7%), Manuseio do material (1,3%), Indeterminado (1,3%), Controle de Tráfego Aéreo (0,7%), Carga de trabalho (0,1%).

2.2.1 Modelos 3M e 5M

Alguns modelos foram desenvolvidos para explicar a ocorrência de acidentes aeronáuticos, a começar pelo de T. P. Wright da *Cornell University* que desenvolveu modelo baseado na tríade: homem – meio - máquina na aviação, na década de 40. A esse modelo, conhecido como 3M (*men, medium, machine*), acrescentou-se mais tarde mais dois “M”: *management*, em 1965, e *mission* em 1976 (WELLS e RODRIGUES, 2003).

O Modelo 5M descrito por Wells e Rodrigues (2003) analisa os fatores separadamente:

- *Man* – considera o piloto e todas as pessoas inseridas no sistema de aviação, levando-se em conta aspectos individuais: físicos, mentais, rotinas, distrações, fadiga;
- *Machine* – considera falhas de projeto, fabricação, manutenção, certificações, design que minimiza possibilidades de erros humanos;
- *Medium* – dividido em ambiental e artificial. O primeiro considerando clima, topografia e outros fenômenos naturais; o segundo, podendo ser físico: controle de tráfego aéreo e aeroportos, e não-físicos: softwares, leis, regulamentos.
- *Mission* – leva em consideração o tipo de operação desempenhada pela aeronave.

- *Management* – diz respeito à aplicação dos recursos em atividades que favorecem o desenvolvimento da segurança e da cultura organizacional.

2.2.2 Modelo SHEL

Há, ainda, o modelo SHEL, desenvolvido inicialmente por Edwards (1972). SHEL é a sigla para *Software* (processos, sistemas, treinamento); *Hardware* (máquinas e equipamentos); *Environment* (ambiente em que opera o sistema); e *Liveware* (homem no seu ambiente de trabalho).

Hawkins (1987) aperfeiçoou o modelo SHEL incluindo mais um *Liveware* interagindo com os outros elementos:

- *Liveware-Hardware*: considera a interação do homem com a máquina, como as concepções ergométricas, design para aumentar a performance etc.

- *Liveware-Software*: considera as relações entre as pessoas e os sistemas, procedimentos, manuais, publicações etc.

- *Liveware-Environment*: leva em consideração a relação entre o indivíduo e o ambiente interno e externo. Ambiente interno constitui os aspectos físicos como temperatura, luz, vibração. Ambiente externo (em relação aos pilotos) inclui itens como visibilidade, topografia.

- *Liveware-Liveware*: interface que considera a relação entre as pessoas: tripulação, controladores de tráfego aéreo, mecânicos, pessoal em terra.

Ambas as abordagens, modelo 5M e modelo SHEL, são bastante criticadas atualmente por limitarem os fatores contribuintes aos aspectos humanos, técnicos e operacionais (ALMEIDA e JACKSON FILHO, 2007).

2.2.3 Teoria de Reason

O modelo de James Reason, proposto em 1990, procura analisar a forma como as pessoas contribuem para as falhas do sistema, ocasionando um acidente aeronáutico. Por esse modelo, os sistemas complexos são compostos de: processos organizacionais e culturas associadas, diferentes postos de trabalho, variedade de condições locais, defesas e salvaguardas para proteger pessoas e instalações dos efeitos dos riscos locais (MAURINO et al, 2000).

Reason (1997) classifica os acidentes em dois grupos: individuais e organizacionais. Os organizacionais são multicausais e envolvem diferentes operadores em diferentes funções. São mais raros que os individuais, porém mais catastróficos e envolvem tecnologias modernas. Na opinião do autor, os acidentes aeronáuticos enquadram-se nessa categoria.

O modelo é representado por um “queijo suíço” fatiado, onde as fatias são as defesas que mitigam os riscos em três níveis: a pessoa (atos inseguros), os locais de trabalho (condições que provocam erros) e o da organização. O acidente acontece quando ocorre um alinhamento dos furos. Assim, decisões equivocadas da alta administração, *orçamento inadequado*, falta de planejamento, pressões comerciais são transferidos setor a setor, para os diferentes postos de trabalho dentro da organização, onde são criadas as condições inseguras. Muitos são os atos inseguros, mas apenas alguns conseguem atravessar as barreiras postas para evitá-los (REASON, 2000).

Almeida (2006) ressalta a importância da teoria de Reason, por mostrar que o caminho da prevenção não deve ficar adstrito aos erros humanos, mas deve identificar características do sistema que podem aumentar a chance de erros.

2.2.4 Modelo *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS)

Por fim, o Modelo *Human Factors Analysis and Classification System* (HFACS) utiliza-se da Teoria de Reason e aborda conceitos de falha ativa e latente, de forma a melhor identificá-los. As falhas latentes incorporam vários níveis de falhas humanas, como condições de fadiga mental, problemas de comunicação e coordenação, má gestão dos recursos da tripulação (WIEGMANN e SHAPPELL, 2001).

Fajer, Almeida e Fischer (2011) pesquisaram os fatores de risco, que influenciam a ocorrência de acidentes. Compararam os resultados de trinta e seis investigações de acidentes aeronáuticos ocorridos no período de 2000 a 2005, no estado de São Paulo, com o sistema de classificação de fatores humanos (*Human Factors Analysis and Classification System* – HFACS). Segundo os autores:

Os fatores considerados no modelo HFACS são: influências organizacionais (clima organizacional, processo organizacional, gestão de recursos), supervisão insegura (supervisão inadequada, planejamento inadequado das operações, falha em corrigir problemas conhecidos, violações de fiscalização), condições prévias de atos inseguros (fatores ambientais físicos e tecnológicos), condições do operador (estado mental e fisiológico adversos, limitações físicas e mentais), fatores pessoais (gestão da tripulação a bordo e prontidão pessoal) e atos inseguros (erros de decisão, de habilidade e de percepção, e violações de rotina e excepcionais).

O modelo foi desenvolvido com base nos acidentes militares da *US Naval Safety Center*, *US Army Safety Center* e *US Air Force Safety Center*, e atualmente está sendo aplicado na investigação dos fatores humanos nos acidentes da aviação civil do *Federal Aviation Administration* (FAA) e do *National Transportation Safety Board* (NTSB) (WIEGMANN e SHAPPELL, 2001).

3 PROCEDER METODOLÓGICO

3.1 Caracterização da pesquisa

A metodologia utilizada nesta pesquisa caracterizou-se, quanto aos fins, como exploratória e descritiva, na classificação de Vergara (2004). Exploratória, porquanto teve como objetivo examinar um problema ou situação para proporcionar conhecimento e compreensão (MALHOTRA et al., 2005). Nesse tipo de pesquisa, o objetivo é oferecer uma primeira aproximação sobre determinado objeto ainda pouco explorado (GONSALVES, 2007). Caracterizou-se descritiva por ter buscado registrar e analisar fenômenos, sem interferência do pesquisador, limitando-se apenas a descobrir a frequência com que certo fenômeno acontece, ou como se estrutura e funciona um sistema, método, processo ou realidade operacional (JUNG, 2004).

Quanto aos meios de investigação, pode ser considerada ao mesmo tempo bibliográfica e documental. Bibliográfica, conforme Lakatos e Marconi (2006), por ser um apanhado geral sobre os principais trabalhos realizados, revestidos de importância por fornecer dados relevantes ao tema. Documental, pela presença de documentos e relatórios que ainda não receberam “um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetivos da pesquisa” (GIL, 2002). Lakatos e Marconi (2006) asseveram que na pesquisa documental a fonte de coleta de dados restringe-se a documentos, escritos ou não, constituindo-se nas fontes primárias, colhidas no momento em que o fenômeno ou fato acontece, ou depois.

3.2 Universo e amostra

Martins (1994) divide os métodos de amostragem em probabilísticos e não probabilísticos. Os probabilísticos consistem em coletar dados aleatoriamente, sem interferência do pesquisador. Os métodos não probabilísticos são aqueles em que não há aleatoriedade na coleta dos dados. Nesse caso, lembra aquele autor que a amostragem pode ser feita por conveniência ou por julgamento. Para Anderson et al. (2003), amostragem por julgamento é um método não probabilístico em que as observações são selecionadas com base no julgamento do pesquisador. No presente estudo foi utilizado o método não probabilístico por julgamento, utilizando-se os seguintes critérios: as observações deveriam estar

compreendidas no maior espaço de tempo possível, sem prejuízo da aferição objetiva e da consistência de medição.

Assim, o estudo abrangeu as observações anuais de 1996 a 2012, totalizando dezessete exercícios financeiros. Observações anteriores ao ano de 1996 foram desconsideradas pelo fato de os critérios de contagem de acidentes aeronáuticos diferirem dos critérios atuais, o que poderia comprometer a consistência dos dados. Ademais, informações relativas à execução financeira de épocas muito remotas são de difícil acesso, o mesmo aplicando-se às informações sobre a frota de aeronaves.

Em relação aos dados coletados, Malhotra (2001) lembra que os mesmos podem ser primários ou secundários. Segundo Mattar (2001), “dados primários são aqueles que não foram antes coletados, estando ainda em posse dos pesquisadores e que são coletados com o propósito de atender necessidades específicas da pesquisa em andamento”. Os demais são considerados secundários. E, apesar das vantagens dos dados secundários, no que se refere a facilidade de acesso, rápida obtenção e baixo custo, nesta pesquisa optou-se por fazer uso exclusivamente de dados primários, para conferir maior confiabilidade e precisão às informações.

Por esse motivo, todos os índices e taxas aqui apresentados, com exceção do IPCA, foram calculados com base nos dados brutos, que lhes são constituintes, não tendo sido admitidas informações prontas ou que tenham sofrido algum tipo de tratamento, ainda que emitidas por órgãos oficiais.

No tocante à natureza, os dados coletados nesta pesquisa caracterizam-se como: a) numéricos: a1) *Número de Acidentes Aeronáuticos Reportados* (NAR); a2) *Número de Acidentes Aeronáuticos com Vítimas Fatais* (NAF); a3) *Número de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave* (NAPT); e a4) Frota de Aeronaves Registradas (F); e b) financeiros, relativo à parcela do Orçamento da União efetivamente empregada em ações de prevenção de acidentes aeronáuticos. Esses dados, para efeitos desta pesquisa, são considerados os dados brutos ou primários, o substrato sobre o qual se desenvolverá a pesquisa.

3.3 Instrumento de coleta de dados

Conforme esposado anteriormente, os dados que interessam a esta pesquisa são de natureza numérica e financeira. Inicialmente, os de natureza financeira, que correspondem ao montante de recursos orçamentários investidos em prevenção de acidentes aeronáuticos foram

coletados de dois sistemas: Portal da Transparência e do Siafi. O Portal da Transparência forneceu os valores executados na rubrica da ação 2913 no período de 2004 a 2012, por meio da consulta ano a ano aos “Gastos Diretos do Governo”, selecionada opção “por ação”. O Siafi, por sua vez, disponibilizou os valores de 1996 a 2003, por meio da transação “>conorc”, informando UG: 120003, Gestão: 00001, em seguida, Mês de referência: Dez (ano a ano), Posição: A (acumulado até o mês), Opção: 4 (Demonstração da execução da despesa), Detalhado por: 07 (por UGR).

Em ambos os casos, considerou-se a despesa liquidada, e não a empenhada, por ser nesse estágio da despesa em que a despesa é efetivamente verificada, conforme dispõe a Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964, que estabelece normas gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal:

Art. 62. O pagamento da despesa só será efetuado quando ordenado após sua regular liquidação.

Art. 63. A liquidação da despesa consiste na *verificação do direito adquirido pelo credor* tendo por base os títulos e documentos comprobatórios do respectivo crédito.

§ 1º Essa verificação tem por fim apurar:

I - a origem e o objeto do que se deve pagar;

II - a importância exata a pagar;

III - a quem se deve pagar a importância, para extinguir a obrigação.

§ 2º A liquidação da despesa por fornecimentos feitos ou serviços prestados terá por base:

I - o contrato, ajuste ou acordo respectivo;

II - a nota de empenho;

III - os comprovantes da entrega de material ou da prestação efetiva do serviço. (Brasil, 1964) (grifos do autor)

Reis (2003), ao tratar da liquidação da despesa, acrescenta ser o estágio da verificação do direito adquirido do contratado ao pagamento, nestes termos:

Trata-se de verificar o direito do credor ao pagamento, isto é, verificar se o implemento de condição foi cumprido. Isto se faz com base em títulos e documentos. Muito bem, mas há um ponto central a considerar: é a verificação objetiva do cumprimento contratual. O documento é apenas o aspecto formal da processualística. A fase de liquidação deve comportar a verificação *in loco* do cumprimento da obrigação por parte da contratante. Foi a obra, por exemplo, construída dentro das especificações contratadas? Foi o material entregue dentro das especificações estabelecidas no edital de concorrência ou de outra forma de licitação? Foi o serviço executado dentro das especificações? O móvel entregue corresponde ao pedido? E assim por diante.

Os valores coletados foram deflacionados segundo a metodologia prevista pelo IPEA, utilizando-se o IPCA. Esse índice foi escolhido por ter sido eleito pelo conselho Monetário

Nacional (CMN) como referencia para os sistemas de metas para inflação, instaurado em junho de 1999. Os resultados constam da Tabela 1.

Tabela 1 – Gastos realizados com prevenção de acidentes aeronáuticos no Brasil

Ano	IPCA	Nr índice	Deflator	Gastos (R\$)	Gastos Defl. (R\$)
1996	9,56	109,56	0,378494	133.409,24	50.494,62
1997	5,22	115,28	0,398252	123.625,81	49.234,17
1998	1,65	117,18	0,404823	116.058,23	46.983,01
1999	8,94	127,66	0,441014	214.367,87	94.539,20
2000	5,97	135,28	0,467342	250.742,79	117.182,73
2001	7,67	145,65	0,503188	341.337,73	171.756,90
2002	12,53	163,90	0,566237	520.668,72	294.821,87
2003	9,30	179,15	0,618897	200.218,14	123.914,40
2004	7,60	192,76	0,665933	252.659,87	168.254,59
2005	5,69	203,73	0,703825	214.635,79	151.065,98
2006	3,14	210,13	0,725925	158.762,83	115.249,88
2007	4,46	219,50	0,758301	1.299.037,16	985.061,31
2008	5,90	232,45	0,803041	2.904.183,37	2.332.177,93
2009	4,31	242,47	0,837652	5.392.873,97	4.517.351,28
2010	5,91	256,80	0,887157	4.352.764,13	3.861.585,86
2011	6,50	273,49	0,944822	5.096.109,17	4.814.917,96
2012	5,84	289,46	1,000000	6.582.855,15	6.582.855,15

Fonte: elaboração própria

A importância de levantar a frota reside no fato de fazer parte do cálculo das taxas de acidente aeronáuticos, sendo o denominador da relação.

Tabela 2 - Frota de aeronaves registradas no Brasil

Ano	Frota
1996	9.768
1997	9.962
1998	10.178
1999	10.274
2000	10.364
2001	10.527
2002	10.641
2003	10.699
2004	10.831
2005	10.995
2006	11.113
2007	11.351
2008	11.857
2009	12.505
2010	13.284
2011	14.236
2012	15.019

Fonte: ANAC

Para o levantamento dos dados relativos aos acidentes aeronáuticos ocorridos no período em questão, consultou-se o CENIPA, enquanto órgão responsável pela investigação de todos os acidentes aeronáuticos ocorridos em território nacional. Dessa consulta, obteve-se os dados constantes da Tabela 3.

Foram levantados, ano a ano, os números totais de acidentes informados e investigados; os números de acidentes em que houve vítimas fatais, lembrando que são computados nesta categoria os acidentes em que pelo menos uma vítima tenha vindo a óbito em até um mês após o acidente; e o número de acidentes em que a aeronave tenha sido considerada de recuperação inviável. As categorias de acidentes fatais e com perda total da aeronave foram incluídas na pesquisa porque dão uma ideia da gravidade dos acidentes.

Tabela 3 - Número de acidentes aeronáuticos ocorridos no Brasil

Ano	Acidentes Reportados	Acidentes Fatais	Acid. c/ Perda Total
1996	85	39	46
1997	77	38	39
1998	70	39	37
1999	53	26	31
2000	59	25	29
2001	76	37	46
2002	61	24	36
2003	70	28	38
2004	63	23	22
2005	58	20	22
2006	69	21	25
2007	102	32	46
2008	107	23	28
2009	109	18	20
2010	108	21	28
2011	159	30	34
2012	179	35	37

Fonte: CENIPA

Depois de levantados os dados financeiros dos investimentos anuais realizados nas ações de prevenção de acidentes aeronáuticos e dos quantitativos da frota de aeronaves registradas e do número de acidentes reportados, fatais e com perda total da aeronave, o passo seguinte consistiu em calcular as taxas anuais de acidentes aeronáuticos, por meio da seguinte fórmula:

$$T = N / F \quad (1)$$

Sendo:

T : Taxa de Acidentes Aeronáuticos;

N : o número anual de acidentes aeronáuticos; e

F : Frota de aeronaves registradas do respectivo ano.

As taxas de acidentes aeronáuticos estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Taxas anuais de acidentes aeronáuticos no Brasil

Ano	Taxa Acidentes Reportados	Taxa Acidentes Fatais	Taxa Acidentes c/ Perda Total
1996	0,008702	0,003993	0,004709
1997	0,007729	0,003814	0,003915
1998	0,006878	0,003832	0,003635
1999	0,005159	0,002531	0,003017
2000	0,005693	0,002412	0,002798
2001	0,007220	0,003515	0,004370
2002	0,005733	0,002255	0,003383
2003	0,006543	0,002617	0,003552
2004	0,005817	0,002124	0,002031
2005	0,005275	0,001819	0,002001
2006	0,006209	0,001890	0,002250
2007	0,008986	0,002819	0,004053
2008	0,009024	0,001940	0,002361
2009	0,008717	0,001439	0,001599
2010	0,008130	0,001581	0,002108
2011	0,011169	0,002107	0,002388
2012	0,011918	0,002330	0,002464

Fonte: elaboração própria

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Caracterização das variáveis

A partir dos dados das Tabelas 1 e 2, foram elaborados os Gráficos 1 e 2, para uma análise visual do comportamento das variáveis *gastos do governo com prevenção e frota de Aeronaves registradas no País*.

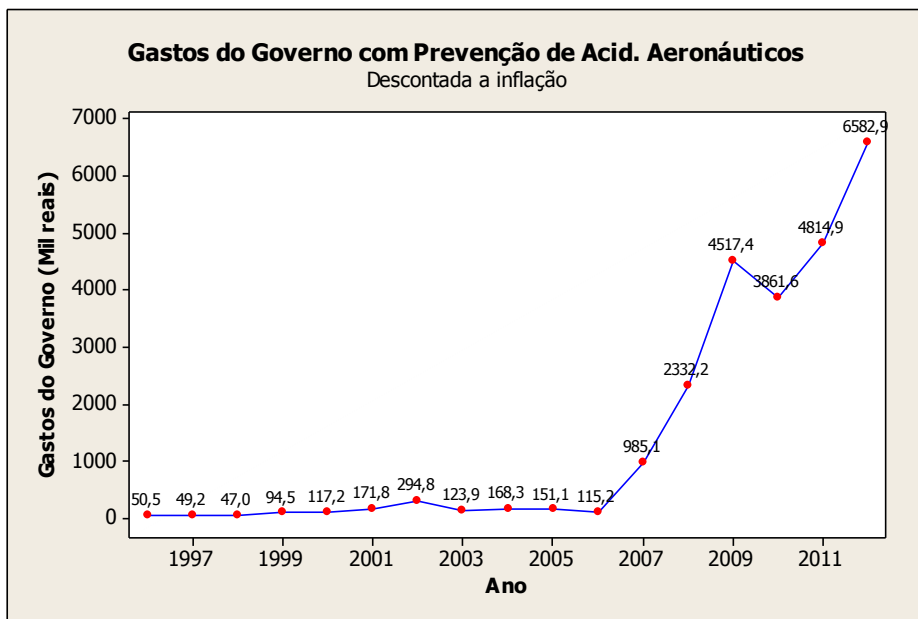


Gráfico 1 – Gastos do governo com prevenção de acidentes aeronáuticos no país

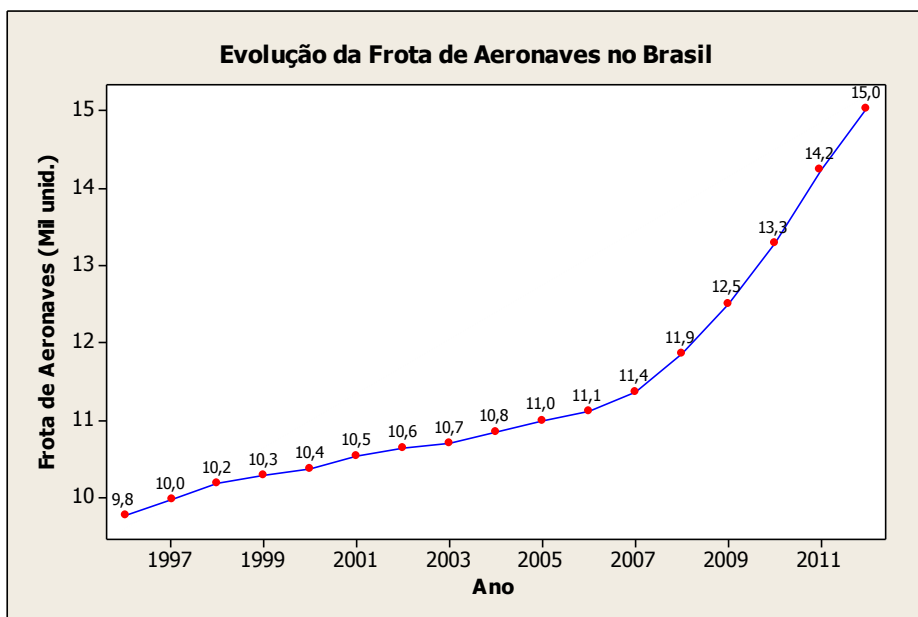


Gráfico 2 – Frota de aeronaves registradas no Brasil

Os gráficos 1 e 2 revelam que os gastos do governo cresceram, acompanhando o crescimento da aviação brasileira.

Da análise da evolução dos acidentes aeronáuticos (Gráficos 3 e 4) percebe-se diminuição nos níveis de *acidentes fatais e com perda total da aeronave*, e um aumento nos números de *acidentes reportados* ao longo dos anos.

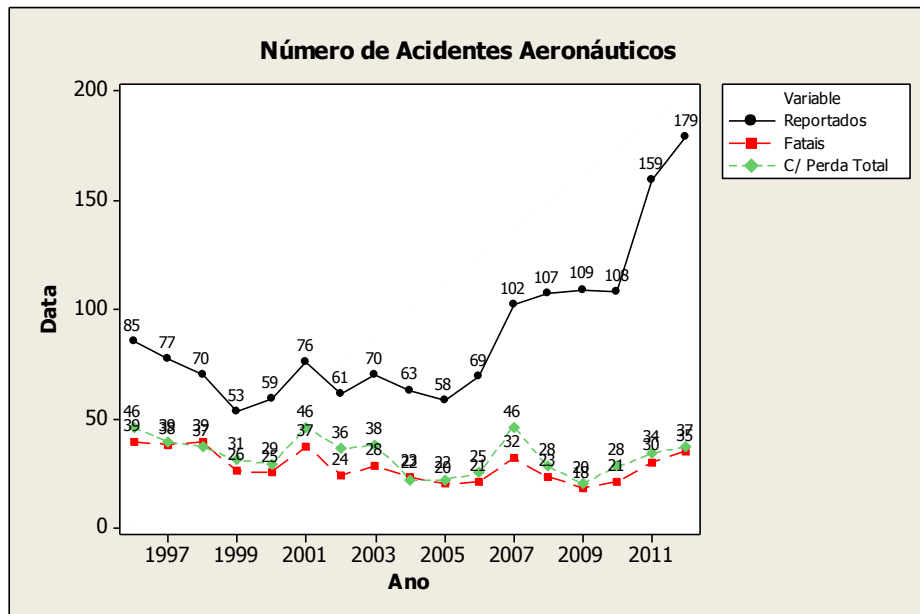


Gráfico 3 – Número de acidentes *reportados, fatais e com perda total da aeronave*.

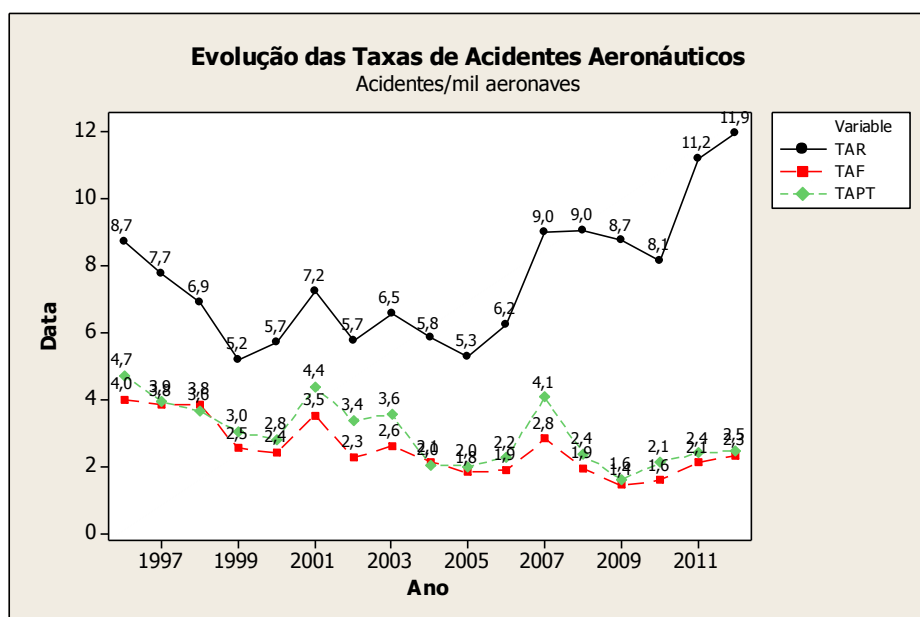


Gráfico 4 – Taxas de acidentes *reportados, fatais e com perda total da aeronave*.

Segundo a Figura 1, o investimento médio em ações de prevenção de acidentes aeronáuticos no Brasil no período observado foi de R\$ 1.439.850,00; o menor valor investido

foi de R\$ 46.983,00 (1998) e o maior, R\$ 6.582.855,00 (2012). O terceiro quartil, mais expressivo que o primeiro, revela a tendência de elevação dos investimentos do Governo Federal em prevenção de acidentes aeronáuticos.

Descriptive Statistics: G; TAR; TAF; TAPT

Variable	Mean	StDev	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum
G	1439850	2139324	46983	104895	168255	3096882	6582855
TAR	0,007582	0,001992	0,005159	0,005775	0,007220	0,008851	0,011918
TAF	0,002530	0,000805	0,001439	0,001915	0,002330	0,003167	0,003993
TAPT	0,002978	0,000934	0,001599	0,002179	0,002798	0,003775	0,004709

Figura 1 – Estatísticas descritivas das variáveis *Gastos do Governo (G)*, *Taxa de Acidentes Reportados (TAR)*, *Taxa de Acidentes Fatais (TAF)* e *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave*.

A taxa anual média de Acidentes Reportados (TAR) foi de 0,007582 da frota de aeronaves registradas, variando entre um mínimo de 0,005159 (1999) e máximo de 0,011918 (2012). A taxa anual média de Acidentes Fatais (TAF) ficou em 0,002530 da frota, sendo o menor valor registrado de 0,001439 (2009) e o maior de 0,003993 (1996). Em relação às taxas de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT), a média anual do período foi de 0,002978 da frota, e os valores mínimos e máximos de 0,001599 (2009) e 0,004709 (1996).

Considerando apenas as *Taxas de Acidentes Fatais (TAF)* e de *Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT)*, o pior ano para a aviação brasileira, dentro do período observado, foi o ano de 1996, que concentra as maiores taxas de acidentes nessas duas categorias.

O gráfico Boxplot (Gráf. 5) revela que entre as taxas de acidentes aeronáuticos, a taxa de Acidentes Reportados (TAR) é a que apresenta maior dispersão e mediana (0,007220). A menor dispersão é apresentada pela Taxa de Acidentes Fatais (TAF), com terceiro quartil mais disperso que o segundo. Por último, a Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT) apresentou comportamento similar ao da Taxa de Acidentes Fatais (TAF), porém com uma dispersão levemente maior. As medianas praticamente alinhadas (0,002330 e 0,002798).

Ainda com base no Gráfico 5, verifica-se que não há *outliers* entre as séries observadas.

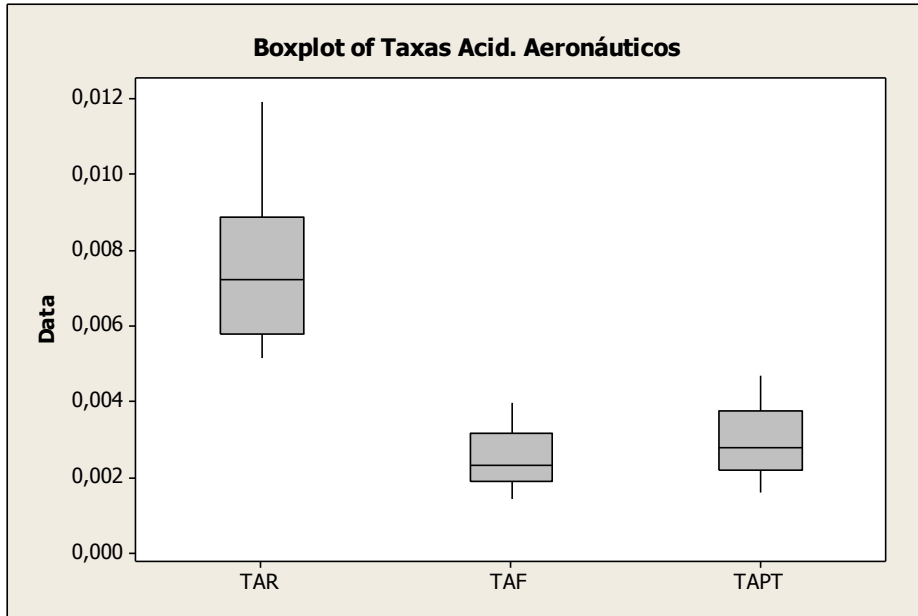


Gráfico 5 - Boxplot das Taxas de Acidentes Aeronáuticos *Reportados* (TAR), *Fatais* (TAF) e *com Perda Total da Aeronave* (TAPT).

Como o número de observações é reduzido, testes de normalidade como os de *Kolmogorov-Smirnov*, *Shapiro-wilk* e *Anderson-Darling* são recomendados, dependendo das características da distribuição.

O teste de *Anderson-Darling*, segundo Stephens (1974), é recomendado quando o tamanho da amostra não é superior a 25. Esse teste baseia-se na função de distribuição empírica, sendo expresso da seguinte forma:

$$A^2 = -N - S \quad (1)$$

Sendo:

$$S = \sum_{k=1}^N \frac{2k-1}{N} \{ \ln F(Y_k) + \ln(1 - F(Y_{N+1-k})) \} \quad (2)$$

Onde F é a distribuição cumulativa dos dados.

Realizado o teste *Anderson-Darling*, chegou-se à conclusão de que, em relação às variáveis representativas das taxas de acidentes aeronáuticos (*Reportados*, *Fatais* e *com Perda Total da Aeronave*) num nível de confiança de 95%, não houve evidências para rejeição da hipótese de que as variáveis seguem uma distribuição normal de probabilidade.

Em relação à variável *Gastos do Governo*, contudo, o teste *Anderson-Darling* mostrou *p-value* menor que 0,005, havendo evidências para a rejeição da hipótese de que a variável seguiria uma distribuição normal de probabilidade.

Para contornar essa situação, utilizou-se a transformação Box-Cox, um tipo de transformação paramétrica (Powell, 1994) que consiste em transformar os dados segundo a expressão (Box e Cox, 1964):

$$y' = \frac{y^\lambda - 1}{\lambda} \quad (3)$$

onde λ é um parâmetro a ser estimado. Se $\lambda = 0$ a expressão da equação será:

$$y' = \ln(y) \quad (4)$$

Para a transformação *Box-Cox* da série, utilizou-se a Fórmula 4, pois $\lambda = 0$, com *p-value* 0,007.

4.2 Correlação entre as variáveis

Correlação “é uma medida de associação bivariada (força) do grau de relacionamento entre duas variáveis” (GARSON, 2009). Para Moore (2007), “a correlação mensura a direção e o grau da relação linear entre duas variáveis quantitativas”. O coeficiente de correlação de Pearson (r) é calculado pela seguinte fórmula:

$$r = \frac{\sum(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum(x_i - \bar{x})^2 \sum(y_i - \bar{y})^2}} \quad (5)$$

Em termos estatísticos, duas variáveis são ditas associadas quando possuem semelhança na distribuição de seus valores. Essa associação pode ser feita a partir da distribuição das frequências ou pelo compartilhamento da variância. A correlação de Pearson (r), especificamente, é uma medida de variância compartilhada entre duas variáveis.

O coeficiente de correlação (r) de Pearson varia de -1 a 1. Na prática, porém, os valores 0 e 1 dificilmente são observados. Para Cohen (1988), valores compreendidos de 0,10 a 0,29 são considerados *pequenos*; valores de 0,30 a 0,49 são considerados *médios*; e valores de 0,50 em diante são interpretados como *grandes*. Dancey e Reidy (2005) apresentam a

seguinte classificação: de 0,10 a 0,30, *fraco*; de 0,40 até 0,60, *moderado*; e de 0,70 em diante, *forte*.

Os valores das correlações entre os *Gastos do Governo* (G) em ações de prevenção de acidentes aeronáuticos, e as taxas de acidentes aeronáuticos, representadas por TAR (*Acidentes Reportados*), TAF (*Acidentes Fatais*) e TAPT (*Acidentes com Perda Total da Aeronave*) constam da Figura 2.

Correlations: G; TAR; TAF; TAPT

	G	TAR	TAF
TAR	0,819 0,000		
TAF	-0,472 0,056	-0,006 0,982	
TAPT	-0,501 0,040	-0,028 0,915	0,900 0,000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Correlations: Ln(G); TAR; TAF; TAPT

	Ln (G)	TAR	TAF
TAR	0,723 0,001		
TAF	-0,633 0,006	-0,006 0,982	
TAPT	-0,540 0,025	-0,028 0,915	0,900 0,000

Cell Contents: Pearson correlation
P-Value

Figura 2 - Correlação entre os *Gastos do Governo* com prevenção de acidentes aeronáuticos (G) e as Taxas de *Acidentes Reportados* (TAR), *Fatais* (TAF) e *com Perda Total da Aeronave*.

Os dados da Figura 2 permitem concluir que as taxas de acidentes aeronáuticos TAR (*Acidentes Reportados*), TAF (*Acidentes Fatais*) e TAPT (*Acidentes com Perda Total da Aeronave*) têm correlação significativa com os *Gastos do Governo* (G), num nível de significância de 6%.

A *Taxa de Acidentes Reportados* (TAR) apresentou uma correlação *positiva* de 0,819 (*p-value* 0,000), valor *grande* na classificação de Cohen (1988) e *forte*, segundo Dancey e Reidy (2005), indicando que quanto mais se gasta com atividades de prevenção, mais acidentes são reportados.

A *Taxa de Acidentes Fatais* (TAF) apresentou uma correlação *negativa* de -0,472 (*p-value* 0,056), valor *médio/grande* na classificação de Cohen (1988) e *moderado*, segundo Dancey e Reidy (2005), indicando que quanto mais se gasta com atividades de prevenção, menos acidentes fatais acontecem.

A *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave* (TAPT) apresentou uma correlação *negativa* de -0,501 (*p-value* 0,040), valor *grande* na classificação de Cohen (1988) e *moderado*, segundo Dancey e Reidy (2005), indicando que quanto mais se gasta com atividades de prevenção, menos acidentes com perda total da aeronave acontecem.

4.3 Modelos estatísticos

Para a determinação do modelo matemático, devem ser testadas as seguintes hipóteses para α e β :

$H_0: \alpha = 0$ vs $H_1: \alpha \neq 0$; e

$H_0: \beta = 0$ vs $H_1: \beta \neq 0$

Tabela 5 – Taxas de acidentes aeronáuticos ajustadas

Ln(G)	TAR	Ln(TAF)	Ln(TAPT)
-0,683303409	0,008701884	-5,523305370	-5,358225619
-0,708582253	0,007729372	-5,568946974	-5,542971488
-0,755384193	0,006877579	-5,564422161	-5,617065895
-0,056155597	0,005158653	-5,979275173	-5,803384507
0,158564367	0,005692783	-6,027217717	-5,878797712
0,540909900	0,007219531	-5,650780752	-5,433057268
1,081201155	0,005732544	-6,094415913	-5,688950805
0,214420851	0,006542668	-5,945701048	-5,640319398
0,520308037	0,005816637	-6,154673456	-6,199125218
0,412546527	0,005275125	-6,309463629	-6,214153450
0,141932491	0,006208944	-6,271348435	-6,096995048
2,287533698	0,008985992	-5,871325222	-5,508419728
3,149387659	0,009024205	-6,245179474	-6,048469179
3,810510916	0,008716513	-6,543512085	-6,438151570
3,653663035	0,008130081	-6,449793145	-6,162111072
3,874304100	0,011168868	-6,162331865	-6,037168722
4,187053658	0,011918237	-6,061723284	-6,006153433

Fonte: Elaboração própria

Assim, ao regredir as variáveis representativas das taxas de acidentes sobre os gastos do governo, percebe-se que a *Taxa de Acidentes Reportados* relaciona-se linear e crescentemente com a variável *Gastos do Governo*. As variáveis *Taxa de Acidentes Fatais* e

Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave, mantém relação linear com a variável preditora, porém decrescente. Percebe-se, nos três gráficos de dispersão, uma maior concentração dos pontos na extremidade esquerda do segmento de reta.

Esse viés é removido pela aplicação de transformação logarítmica nas variáveis *Gastos do Governo*, *Taxa de Acidentes Fatais* e *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave* com intuito de deixar esses pontos mais dispersos. Os resultados são os da Tabela 5.

A partir desses dados, são obtidas as correlações entre as variáveis resposta (*Taxa de Acidentes Reportados*, *Fatais* e *com Perda Total da Aeronave*) e a variável preditora (*Gastos do Governo*). A seguir serão apresentadas as considerações sobre essas regressões, no que se refere ao tipo, intensidade e significância.

4.3.1 *Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Reportados*

A Figura 3 traz os detalhes da correlação *Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Reportados*.

Regression Analysis: TAR versus Ln(G)

The regression equation is
 $TAR = 0,00655 + 0,000806 \ln(G)$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	0,0065479	0,0004292	15,25	0,000	
Ln(G)	0,0008056	0,0001990	4,05	0,001	1,000

S = 0,00142209 R-Sq = 52,2% R-Sq(adj) = 49,0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,000033141	0,000033141	16,39	0,001
Residual Error	15	0,000030335	0,00002022		
Total	16	0,000063477			

Figura 3 – Regressão da Taxa de Acidentes *Reportados* (TAR) sobre os *Gastos do Governo* (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos

Ao se regredir *Taxa de Acidentes Reportados* (TAR) sobre o logaritmo natural de *Gastos do Governo* (G), obtém-se a seguinte equação:

$$TAR = 0,00655 + 0,000806 \ln(G)$$

(6)

Onde:

$TAR = Taxa \text{ de Acidentes Reportados};$

$Ln(G) = \text{logaritmo natural de } Gastos \text{ do Governo, sendo } G \text{ medido em unidades de R\$ } 100.000,00.$

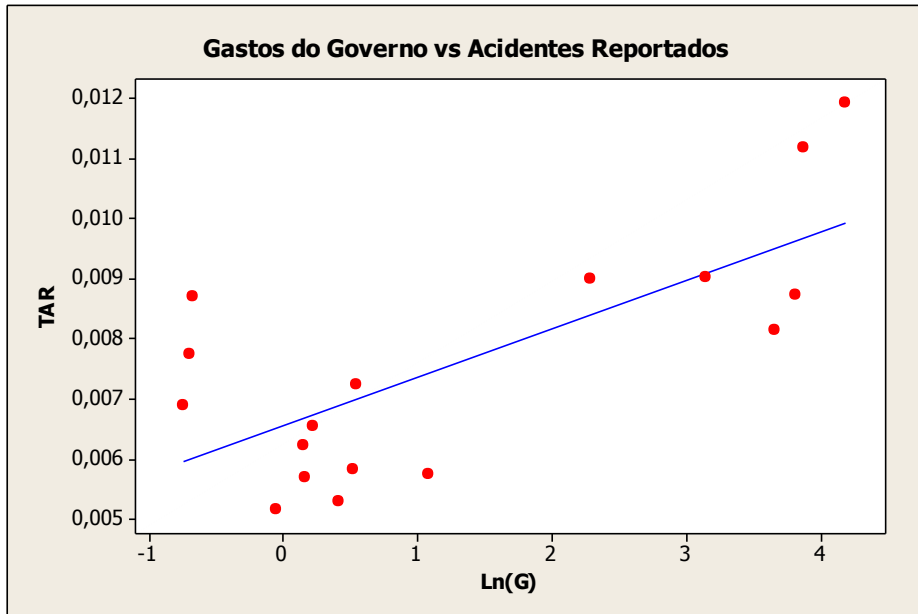


Gráfico 6 - Regressão da Taxa de Acidentes Reportados (TAR) sobre Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos

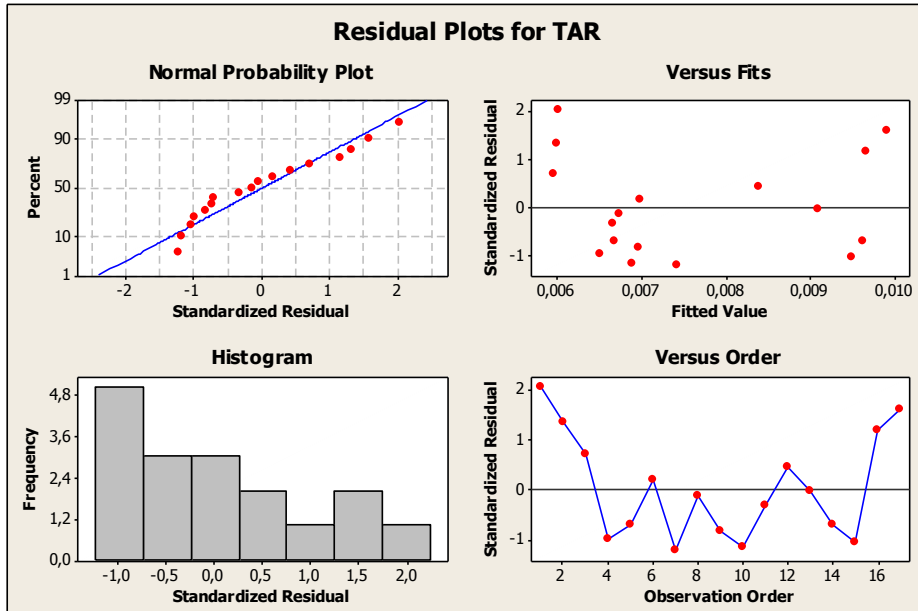


Gráfico 7 – Resíduos da Taxa de Acidentes Reportados (TAR)

Sobre o modelo, as seguintes observações:

- a) A regressão apresenta Coeficiente de Correlação de aproximadamente 72,3%. Para Cohen (1988), esse valor é considerado grande; para Dancey e Reidy (2005), é forte;
- b) O R^2 ajustado foi de 49%. Isso significa que 49% da variabilidade da variável resposta, *Taxa de Acidentes Reportados*, pode ser explicada pelo modelo;

c) O modelo de regressão ajustado é significativo, probabilidade de significância da estatística de teste F , 16,38, é igual a 0,0010 (nível de significância de 5%);

d) Os coeficientes da regressão ajustados são significativos, rejeitando-se, portanto, as duas hipóteses nulas, H_0 . O t -value observado em ambas aponta para uma probabilidade de significância menor que 5%.

e) Os resíduos (Gráf. 7) estão distribuídos aleatoriamente em torno do valor 0; seguem distribuição normal de probabilidade; e não apresentam pontos com mais de dois desvios em relação à média.

4.3.2 *Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Fatais*

A Figura 4 traz os detalhes da correlação *Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes Fatais*.

Regression Analysis: Ln(TAF) versus Ln(G)

The regression equation is
 $\text{Ln(TAF)} = -5,88 - 0,111 \text{ Ln(G)}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-5,88285	0,07394	-79,56	0,000	
Ln(G)	-0,11063	0,03428	-3,23	0,006	1,000

S = 0,244955 R-Sq = 41,0% R-Sq(adj) = 37,0%

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,62504	0,62504	10,42	0,006
Residual Error	15	0,90005	0,06000		
Total	16	1,52509			

Figura 4 – Regressão da Taxa de Acidentes Fatais (TAF) sobre Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos.

Ao se regredir *Taxa de Acidentes Fatais* (TAF) sobre o logaritmo natural de *Gastos do Governo* (G), obtém-se a seguinte equação:

$$\text{Ln(TAF)} = -5,88 - 0,111 \text{ Ln(G)}$$

(7)

Onde:

Ln(TAF) = logaritmo natural de *Taxa de Acidentes Fatais*;

$\ln(G)$ = logaritmo natural de *Gastos do Governo*, sendo G medido em unidades de R\$ 100.000,00.

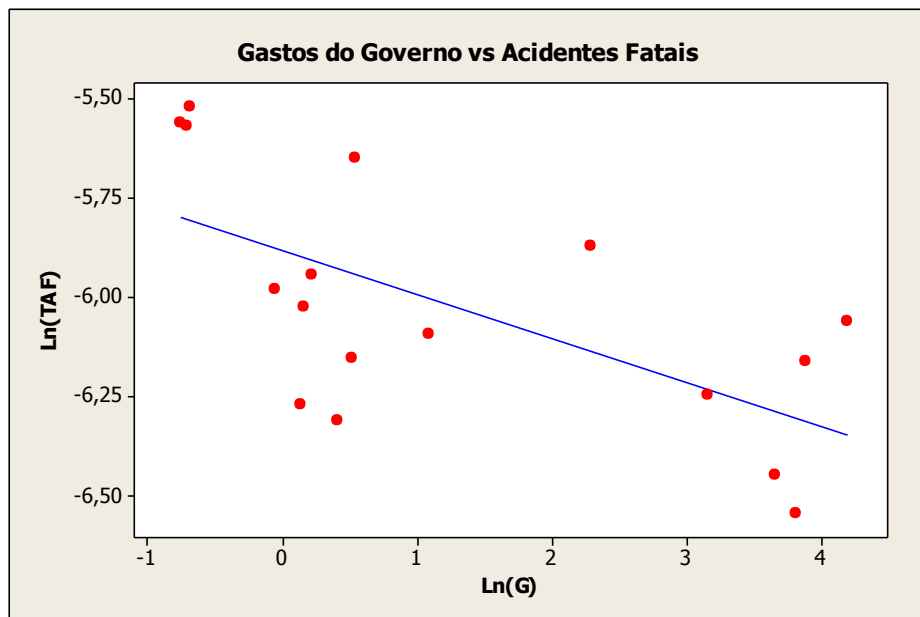


Gráfico 8 - Regressão da Taxa de Acidentes Fatais (TAF) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos

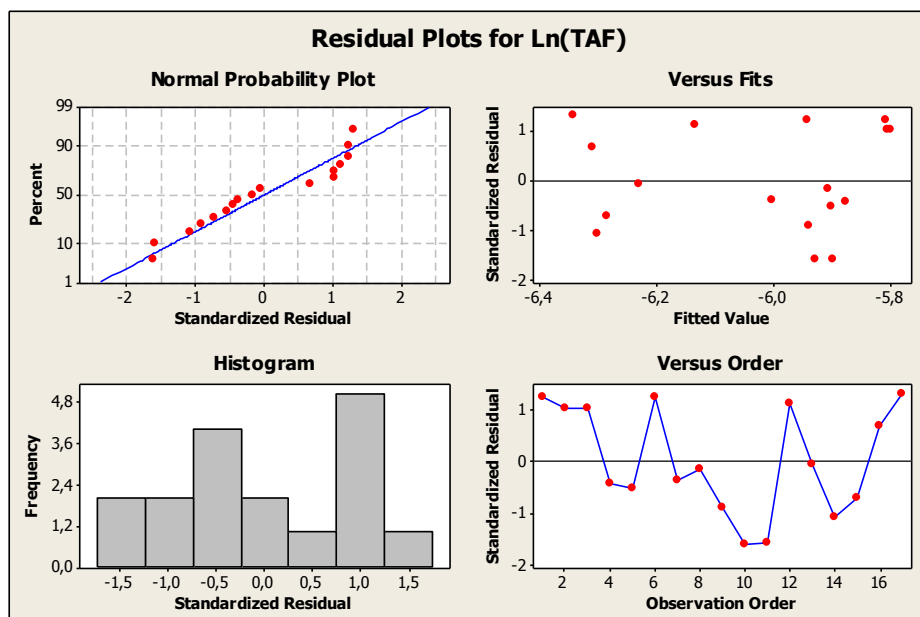


Gráfico 9 – Resíduos da Taxa de Acidentes Fatais (TAF)

Sobre o modelo, as seguintes observações:

- A regressão apresenta Coeficiente de Correlação de aproximadamente 64%. Para Cohen (1988), esse valor é considerado grande; para Dancey e Reidy (2005), é moderado;
- O R^2 ajustado foi de 37%. Isso significa que 37% da variabilidade da variável resposta, *Taxa de Acidentes Fatais*, pode ser explicada pelo modelo;

c) O modelo de regressão ajustado é significativo, probabilidade de significância da estatística de teste F , 10,42, é igual a 0,006 (nível de significância de 5%);

d) Os coeficientes da regressão ajustados são significativos, rejeitando-se, portanto, as duas hipóteses nulas, H_0 . O t -value observado em ambas aponta para uma probabilidade de significância menor que 5%.

e) Os resíduos (Gráf. 9) estão distribuídos aleatoriamente em torno do valor 0; seguem distribuição normal de probabilidade; e não apresentam pontos com mais de dois desvios em relação à média.

4.3.3 Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave

A Figura 5 traz os detalhes da correlação *Gastos do Governo vs Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave*.

Regression Analysis: Ln(TAPT) versus Ln(G)

The regression equation is

$$\text{Ln(TAPT)} = -5,74 - 0,0974 \text{ Ln(G)}$$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P	VIF
Constant	-5,73803	0,08261	-69,46	0,000	
Ln(G)	-0,09744	0,03830	-2,54	0,022	1,000

$$S = 0,273693 \quad R\text{-Sq} = 30,1\% \quad R\text{-Sq(adj)} = 25,5\%$$

Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	0,48488	0,48488	6,47	0,022
Residual Error	15	1,12362	0,07491		
Total	16	1,60850			

Figura 5 – Regressão da Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes

Ao se regredir *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave* (TAPT) sobre o logaritmo natural de *Gastos do Governo* (G), obtém-se a seguinte equação:

$$\text{Ln(TAPT)} = -5,74 - 0,0974 \text{ Ln(G)}$$

(8)

Onde:

Ln(TAPT) = logaritmo natural de *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave*;

$\ln(G)$ = logaritmo natural de *Gastos do Governo*, sendo G medido em unidades de R\$ 100.000,00.

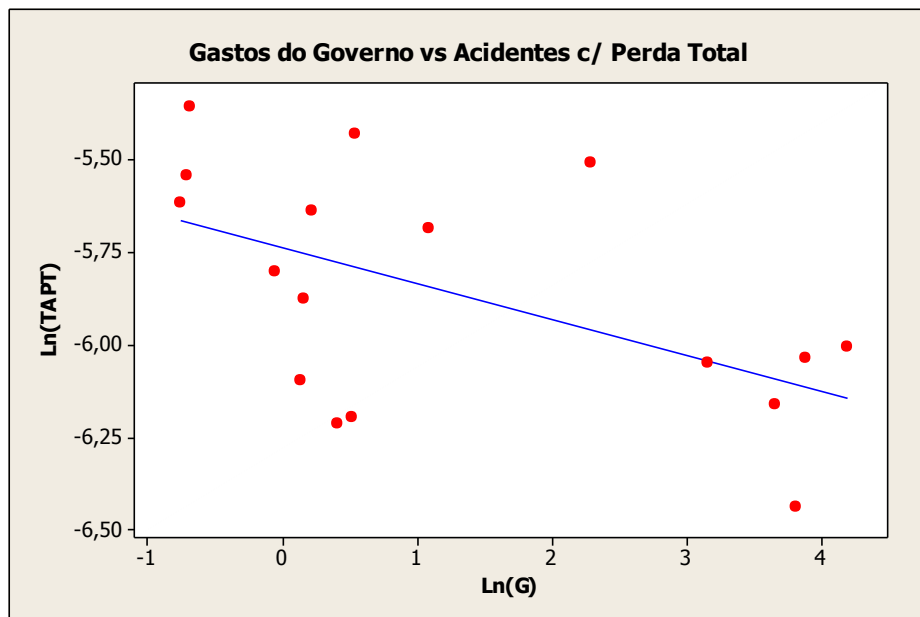


Gráfico 10 - Regressão da Taxa de Acidentes de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT) sobre os Gastos do Governo (G) com prevenção de acidentes aeronáuticos

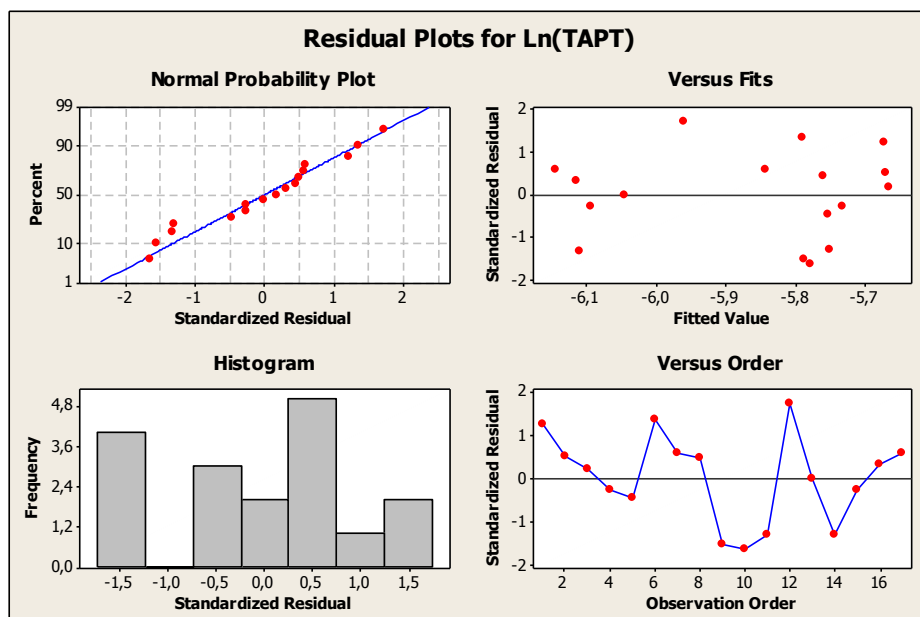


Gráfico 11 - Resíduos da Taxa de Acidentes de Acidentes com Perda Total da Aeronave (TAPT).

Sobre o modelo, as seguintes observações:

- a) A regressão apresenta Coeficiente de Correlação de aproximadamente 55%. Para Cohen (1988), esse valor é considerado grande; para Dancey e Reidy (2005), é moderado;
- b) O R^2 ajustado foi de 25,5%. Isso significa que 25,5% da variabilidade da variável resposta, *Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave*, pode ser explicada pelo modelo;

c) O modelo de regressão ajustado é significativo, probabilidade de significância da estatística de teste F , 6,47, é igual a 0,022 (nível de significância de 5%);

d) Os coeficientes da regressão ajustados são significativos, rejeitando-se, portanto, as duas hipóteses nulas, H_0 . O t -value observado em ambas aponta para uma probabilidade de significância menor que 5%.

e) Os resíduos (Gráf. 11) estão distribuídos aleatoriamente em torno do valor 0; seguem distribuição normal de probabilidade; e não apresentam pontos com mais de dois desvios em relação à média.

4.4 Análises

Da regressão das variáveis representativas das taxas anuais de acidentes aeronáuticos, aqui consideradas variáveis dependentes, sobre a variável independente representativa do montante dos gastos anuais realizados no sentido de prevenir acidentes, obtém-se correlações significativas de 72,3% em relação aos Acidentes Reportados, 64% em relação aos Acidentes com Vítimas Fatais e 55% em relação aos Acidentes com Perda Total da Aeronave.

Dos sinais das correlações, observa-se que a Taxa de *Acidentes Reportados* tem relação direta com os gastos do governo, indicando que quanto *mais* se gasta com ações de prevenção de acidentes aeronáuticos, *mais* acidentes são reportados aos órgãos de investigação de acidentes aeronáuticos. A explicação para a relação direta, ainda que não esteja no escopo desta pesquisa, pode ser atribuída a uma maior conscientização da sociedade quanto à ocorrência de acidentes e à obrigação de comunicá-los às autoridades, ou a uma melhoria dos sistemas de coleta e processamento das ocorrências.

Diferentemente, as Taxas de Acidentes com *Vítimas Fatais* e com *Perda Total da Aeronave* apresentaram relação inversa com os gastos governamentais, sugerindo que quanto *mais* se gasta com ações de prevenção de acidentes aeronáuticos, *menos* acidentes com vítimas fatais ou com perda total da aeronave acontecem. Esses números permitem concluir que os gastos do governo impactam os acidentes reduzindo-lhes a gravidade.

Os modelos estatísticos apresentados permitiram concluir que os gastos do governo explicam 49% da variabilidade da Taxa de Acidentes Reportados; 37% da variabilidade da Taxa de Acidentes Fatais; e 25,5% da variabilidade da Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave. Considerando esses percentuais, conclui-se que, além dos gastos do governo, outras variáveis não estudadas nesta pesquisa interferem nas taxas de acidentes aeronáuticos.

5 CONCLUSÕES, RECOMENDAÇÕES E SUGESTÕES

Diante do cenário de aumento no número de acidentes não obstante os investimentos do governo federal no sentido de evitá-los, a pesquisa estruturou-se para responder ao seguinte questionamento: *os gastos do governo influenciam as taxas de acidentes aeronáuticos no Brasil? E qual o percentual da variação das taxas de acidentes aeronáuticos pode ser explicada pelos investimentos do governo?*

Para responder à primeira parte da pergunta, foram testadas três hipóteses, num nível de significância de 95%, sendo acolhidas suas versões nulas: (H_{A0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos Reportados* (Correlação direta de 72,3%); (H_{B0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos Fatais* (Correlação inversa de 64%); e (H_{C0}) Existe correlação significativa entre os gastos do governo realizados no sentido de prevenir acidentes aeronáuticos e a *Taxa de Acidentes Aeronáuticos com Perda Total da Aeronave* (Correlação inversa de 55%).

A segunda parte da pergunta de pesquisa é respondida pelos modelos estatísticos apresentados, os quais permitiram concluir que os gastos do governo explicam 49% da variabilidade da Taxa de Acidentes Reportados; 37% da variabilidade da Taxa de Acidentes Fatais; e 25,5% da variabilidade da Taxa de Acidentes com Perda Total da Aeronave.

Aos órgãos responsáveis pela divulgação dos acidentes aeronáuticos recomenda-se divulgar, juntamente com a taxa de acidentes a taxa de acidentes fatais, por ser mais consistente e menos subjetiva em sua classificação, seguindo o exemplo de organismos internacionais como a agência *Australian Transport Safety Bureau* (ATSB); a corporação pública independente *Civil Aviation Authority* (CAA) do Reino Unido; a agência independente *National Transport Safety Board* (NTSB) dos EUA; e a organização mundial *Internacional Air Transport Association* (IATA).

Para futuras pesquisas, sugere-se aplicar testes para verificar a estacionariedade das séries, além de complementar os modelos estatísticos apresentados com outras variáveis como número de pousos e decolagens.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, I. M. Abordagem sistêmica de acidentes e sistemas de gestão de saúde e segurança do trabalho. *Interfacehs*. 2006; 1:1-6
- ALMEIDA, I. M.; JACKSON FILHO, J. M. **Acidentes e sua prevenção**. RBSO. São Paulo; 2007, 32 (115): 7-18.
- ANDERSON, R. D. et al. **Estatística aplicada à administração e economia**. 2. ed. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2003.
- BOX, G. E. P.; COX, D. R. (1964). **An analysis of transformations**. *Journal of the Royal Statistical Society (B)*, 26 (2): 211–252.
- BRASIL. Lei nº 4.320, de 17 de março de 1964. **Estabelece normas gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal**.
- _____. Comando da Aeronáutica. **Panorama estatístico da aviação civil brasileira**: FCA 58-1 3-3. Brasília-DF, 2012.
- _____. Comando da Aeronáutica. **Protocolos de investigação de ocorrências aeronáuticas da aviação civil conduzidas pelo estado brasileiro**: NSCA 3-13. Brasília-DF, 2013.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. Hillsdale, NJ, Erlbaum, 1988.
- DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia: Usando SPSS para Windows**. Porto Alegre, Artmed, 2005.
- EDWARDS, E. **Man and Machine for safety**. London: British Airline Pilots Associations; 1972.
- European Aviation Safty Agency – EASA. <site na internet>. <acesso em 23 de novembro de 2013>. Disponível em: <<http://easa.europa.eu/>>
- FAJER, M. **Sistemas de investigação dos acidentes aeronáuticos**: uma análise comparativa, 2009. 150 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Ambiental) - Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FAJER, M.; ALMEIDA, I. M.; FISCHER, F. M. **Fatores contribuintes aos acidentes aeronáuticos**. *Revista de Saúde Pública*, v.45, n.2, p.432-435, 2011. <Disponível em: <http://producao.usp.br/handle/BDPI/12934>>.
- GARSON, G. D. **Statnotes: Topics in Multivariate Analysis**. *Journal of Statistical Education*, 2009. <Disponível em: <http://faculty.chass.ncsu.edu/garson/PA765/statnote.htm>>
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- GONSALVES, E. P. **Conversas sobre iniciação à pesquisa científica**. 4. ed. São Paulo: Alínea, 2007.

HABERMANN, M.; SANTOS, L. R. J.; SCARPEL, R. A. **Análise estatística sobre a variação mensal da quantidade de acidentes aeronáuticos**. R. Conex. SIPAER, v. 1, n. 3, jul. 2010. <Disponível em <http://inseer.ibict.br/sipaer/index.php/sipaer/article/>>. <acesso em 10/11/2013>.

HAWKINS, F. H. **Humans factors in flight**. England: Asghate; 1987.

JUNG, C. F. **Metodologia para pesquisa e desenvolvimento: aplicada a novas tecnologias, produtos e processos**. Rio de Janeiro: Axccl Books, 2004.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

LIMA, F. P. A; ASSUNÇÃO A. A. **Para uma nova abordagem da segurança do trabalho**. Cia de Aços Especiais Itabira. Belo Horizonte, 2000.

MALHOTRA, N. K. et al. **Introdução à pesquisa de marketing**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

MALHOTRA, N. **Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

MARTINS, G. A. **Manual para elaboração de monografias e dissertações**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1994.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de marketing: edição compacta**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2001.

MAURINO, D. E.; REASON, J.; JOHNSTON N.; LEE, R. B. **Beyond Aviation Human Factor**. Ashgate: Aldershot; 2000.

MOORE, David S. **The Basic Practice of Statistics**. New York: Freeman, 2007.

National Transportation Safty Board – NTSB. <site na internet>. <acesso em 23 de novembro de 2013>. Disponível em: <<http://ntsb.org/>>

POWELL, J. L. (1994). **Estimation of semiparametric models**. In Engle, R. F. and McFadden, D., editores, Handbook of Econometrics. Elsevier, Amsterdam, vol. IV, capítulo 41, pág. 2444–2521.

REASON, J. **Managing the risks on organizational accidents**. Aldershot: Ashgate; 1997.

REASON, J. **Safety paradoxes and safety culture**. Inj Control Saf Promot. 2000; 7: 3-14.

REIS, H. C. **Lei n. 4.320/64 comentada e a Lei de Responsabilidade Fiscal**. 31ª ed. São Paulo: Lumen Juris, 2003.

SANTOS, M. **Evolução do Poder Aéreo**. Rio de Janeiro: Itatiaia, 1989.

STEPHENS, M. A. **FED para a Bondade de Estatística Fit e algumas comparações**, **Jornal da Associação Americana Estatística**. Vol. 69, 1974.

TORRES, M. D. F. **Estado, democracia e administração pública no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2004. 224 p.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

WELLS, A. T.; RODRIGUES, C. C. **Commercial Aviation Safety**. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2003.

WIEGMANN, D. A.; SHAPPELL, S. A. **Applying The Human Factors Analysis And Classification System (HFACS) To The Analysis Of Commercial Aviation Accident Data**. 11th International Symposium on Aviation Psychology. Columbus, 2001.